

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS PATO BRANCO
V CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO
TRABALHO**

SILVANA PATRICIA VERONA

**NR12- AVALIAÇÃO DE RISCOS
ESTUDO DE CASO – INDÚSTRIA DE MANUFATURA DE ARAMADOS**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

PATO BRANCO – PR

2014

SILVANA PATRICIA VERONA

**NR12- AVALIAÇÃO DE RISCOS
ESTUDO DE CASO – INDÚSTRIA DE MANUFATURA DE ARAMADOS**

Monografia apresentada ao V Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho como requisito parcial para obtenção do Título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, realizado pela UTFPR Campus Pato Branco

Orientador: Dr. Sergio Luiz Ribas Pessa

**PATO BRANCO/PR
2014**

BANCA EXAMINADORA

Trabalho de Pós Graduação apresentado no dia 23/10/2014 perante a seguinte banca examinadora:

Prof. Dr. Sergio Luiz Ribas Pessa
Orientador

Prof. Dr. José Ilo Pereira
1ºMembro da banca

Prof.Dr.Roberto Nunes da Costa
2ºMembro da banca

“Quando nada parece dar certo, vou ver o cortador de pedras a martelar numa rocha talvez 100 vezes, sem que uma única rachadura apareça. Mas na centésima primeira martelada a pedra abre-se em duas e eu sei que não foi aquela que conseguiu isso, mas todas as que vieram antes.”

(Jacob Riis)

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Sergio Luiz Ribas Pessa, pela orientação e incentivo.

A empresa de manufatura de aramados pela disponibilidade.

Ao profissional Técnico de Segurança do Trabalho Sr. Gustavo Olívio pela parceria.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, pela oportunidade de cursar especialização neste prestigiado e reconhecido centro acadêmico.

Aos meus pais, pela motivação.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Vitório e Ernestina, as minhas irmãs Viviane e Maria Nalu pelo auxílio e ao meu filho Eduardo pelo olhar que me norteia.

RESUMO

A Norma Regulamentadora NR12 – Máquinas e Equipamentos e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e integridade física dos trabalhadores e também estabelece requisitos mínimos para prevenção de acidentes nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos. Esta norma, ao longo do tempo, sofreu alterações e em 2013, na modificação mais significativa, determinou que as máquinas e equipamentos do parque fabril do país devem ser avaliados e readequados a nova modificação da NR-12. Para esta adequação, outras normas referentes às máquinas e equipamentos sustentam a NR-12, entre elas a norma internacional, Diretriz de Máquinas, estabelece requisitos básicos de segurança no trabalho, tanto para o fabricante como para os usuários de máquinas e equipamentos. O estudo de caso do presente trabalho apresenta a avaliação do parque de máquinas de uma empresa de armados e faz uma análise de riscos dos principais equipamentos utilizados no processo produtivo. Utilizando metodologias normalizadas para a análise de risco, foi possível apontar as falhas existentes e propor medidas protetivas de forma a garantir a segurança dos trabalhadores da empresa. Os resultados obtidos mostraram que em praticamente todos os equipamentos adquiridos em prazos inferiores a implantação da norma, há necessidade de adequação a nova NR-12.

Palavras-Chave: análise de risco, medidas protetivas, norma, segurança no trabalho

ABSTRACT

The Regulatory Standard NR 12 - Machinery and Equipment and its annexes provide technical references, fundamental principles and protective measures to ensure the health and physical integrity of workers and also sets minimum requirements for accident prevention in the phases of design and use of machinery and equipment . This standard, over time, has changed and in 2013, the most significant change, determined that the machinery and equipment manufacturing facilities in the country should be evaluated and reconfigured a new modification of the NR-12. For this adjustment, other standards relating to machinery and equipment supporting the NR-12, including the international standard, Machinery Directive, establishes basic requirements of safety, both for the manufacturer and for users of machinery and equipment. The case study of this work presents the evaluation of a business park of machines wire fences and makes a risk analysis of the main equipment used in the production process. Using standardized methodologies for risk analysis, it was possible to point out the flaws and propose protective measures to ensure the safety of the workforce. The results showed that in almost all equipment purchased within shorter delays the implementation of the standard, no need to fit the new NR-12. **Key words: risk analysis, protective measures, standards, safety at work**

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 PROBLEMA E PREMISSAS	12
1.2 OBJETIVOS	12
1.2.1 Objetivo Geral.....	12
1.2.2. Objetivos Específicos	12
1.3 JUSTIFICATIVA.....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 NR - 12	14
2.2. DIRETRIZ DE MÁQUINAS	15
2.3. ANÁLISE DO PERIGO E APRECIÇÃO DE RISCOS	16
2.4. EXEMPLOS DE PERIGOS ASSOCIADOS COM AS MÁQUINAS QUE DEVEM SER CONSIDERADOS NA AVALIAÇÃO DE RISCOS	20
2.5 AVALIAÇÃO DE RISCO E PROPOSTA DE REDUÇÃO DE RISCO	24
2.6. ÁREA SUJEITAS A PERIGOS E RISCOS	25
3 METODOLOGIA	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
4.1. AVALIAÇÃO DE RISCO QUANTO À DISPOSIÇÃO DAS MÁQUINAS	34
4.2 AVALIAÇÃO DE RISCO	35
4.2.1 Máquina POL006	35
4.2.2 Maquina POL003	40
4.2.3 Máquina de Tração Pneumática MTP002	45
5 CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Representação esquemática da avaliação para redução de riscos.	19
Figura 2 - Riscos mecânicos a que estão expostos os trabalhadores quando trabalham em máquinas e equipamentos. Fonte: MELO,2013.....	21
Figura 3- Riscos associados a perigos térmicos.	22
Figura 4- Perigos associados a riscos térmicos. a) contato com superfícies em altas temperaturas e b) transferência de calor por radiação. Fonte: MELO, 2013.	23
Figura 5 - Determinação do SIL requerido. OM representa outras medidas adotadas.	27
Figura 6 - Comparação: nível de performance(PL) / integridade de segurança (SIL).....	28
Figura 7 - Definição da categoria de Avaliação do Risco de acordo com EN 854-1.	28
Figura 8 - Detalhamento do processo produtivo da indústria de aramados para o estudo de caso. Fonte: O autor.....	31
Figura 9 - Análise de avaliação de risco de máquinas.	32
Figura 10 – <i>Layout</i> do setor produtivo de corte da empresa de aramados.....	34
Figura 11- a) Ilustração panorâmica da máquina policorte e; b) Identificação da maquina Policorte.....	35
Figura 12 – Máquina POL006 – entrada de arame.	36
Figura 13 - Proteção mecânica móvel da máquina POL006.	37
Figura 14 - Proteção do motor da POL006.	38
Figura 15 - Painel de comando da POL006	38
Figura 16- Monitoramento do corte da POL006.	39
Figura 17 - Sistema Pneumático da POL006.....	40
Figura 18 - Foto panorâmica da POL003.....	40
Figura 19 – Entrada de arame da máquina POL003.	41
Figura 20 – Proteção mecânica móvel da máquina POL003.....	42
Figura 21 – Proteção mecânica fixa da máquina POL003.	43
Figura 22 - Painel de comando da POL003.....	43
Figura 23 - Monitoramento de corte da maquina POL003.....	44
Figura 24 - Sistema Pneumático da maquina POL003.....	45
Figura 25 - a) Imagem panorâmica e b) Placa de identificação da máquina MTP002.....	45
Figura 26 - Entrada da máquina MTP002.....	46
Figura 27 - a) Proteção móvel da calandra da máquina MTP002 e b) Calandra de corte e conformação da máquina MTP002.....	47
Figura 28 - a) painel de comando da maquina MTP002 e b) painel geral da maquina MTP002.....	48
Figura 29 - Parte posterior da máquina MTP002.....	48
Figura 30 - Motor da máquina MTP002.	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplos de perigos, situações perigosas e eventos perigosos. Perigos mecânicos.	21
Tabela 2 - Exemplos de perigos, situações perigosas e eventos perigosos. Perigos elétricos.....	22
Tabela 3 - Exemplos de perigos, situações perigosas e eventos perigosos. Perigos térmicos.....	23
Tabela 4 - Exemplos de perigos, situações perigosas e eventos perigosos. Perigos ligados a vibração. Fonte ABNT NBR ISO 12100.	23
Tabela 5 - Exemplos de perigos, situações perigosas e eventos perigosos. Perigos associados com o ambiente no qual a máquina é utilizada.	24
Tabela 6 - Exemplos de perigos, situações perigosas e eventos perigosos. Combinação de perigos.....	24
Tabela 7 - Descrição das severidades. Fonte: SCHEMERSAL, 2014.	26
Tabela 8- Frequência e duração da exposição (F). Fonte: SCHEMERSAL, 2014.....	26
Tabela 9 – Inventário da máquina POO006.....	36
Tabela 10 – Inventário da máquina POL003.....	41
Tabela 11 – Inventário da máquina de tração pneumática MTO002.....	46

1 INTRODUÇÃO

1.1 PROBLEMA E PREMISSAS

A Norma Regulamentadora NR 12 foi introduzida pela Portaria M.T.E nº 3.214 de 8 de junho de 1978, tratando exclusivamente de Máquinas e Equipamentos, e foi atualizada em 2010, sofrendo alterações e em dezembro de 2013 estabeleceu-se que todas as empresas que usarem no processo produtivo máquinas e equipamentos, devem adequar suas instalações, máquinas e equipamentos, para que atendam a norma.

Diante deste cenário as empresas se deparam com a condição de processos e equipamentos, agora enquadrados como inadequados frente à nova especificação da NR 12, resultando numa demanda para as indústrias com a necessidade de avaliar e regularizar seus processos e equipamentos antes de serem autuados ou da ocorrência de acidentes.

Este fato resultou em uma oportunidade prática para a realização da monografia para conclusão da especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, usando um estudo de caso em alguns dos equipamentos de uma indústria do ramo metal mecânico, mas especificamente uma planta de manufatura de produtos aramados.

A abordagem adotada apresenta referências técnicas e normatizadas que devem ser aplicados na segurança de máquinas e equipamentos, visando atender as especificações da NR 12, buscando a adequação e a saúde e a segurança dos trabalhadores.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a adequação dos seguintes equipamentos: máquina de tração pneumática e policorte, utilizados no processo produtivo de uma indústria de manufatura de produtos aramados, com relação a riscos acidentes por partes girantes, enroscamentos e impactos e elétricos.

1.2.2. Objetivos Específicos

Aferir, no que tange ao uso, dos limites das máquinas (espaço e tempo), conforme norma ISO 12100 - 2010;

Identificar riscos associados às máquinas avaliadas;

Aplicar a matriz de risco e severidade da norma ISO 14121 nas máquinas avaliadas;

Propor medidas para adequação das máquinas frente a NR 12.

1.3 JUSTIFICATIVA

Toda a máquina ou equipamento, que não tenha proteção adequada e que pode oferecer risco ao operador, deve apresentar dispositivos apropriados de segurança, conforme disposto na NR 12. Como o objetivo deste trabalho é analisar a adequação das máquinas e equipamentos propondo as alterações necessárias, evidencia-se a importância do profissional da área de segurança do trabalho a ter parâmetros de escolha entre as diversas medidas e ações possíveis, quanto às instalações e os dispositivos possíveis de serem usados na partida, acionamento e parada das máquinas e equipamentos, a fim de garantir os objetivos de segurança estabelecidos pelas Normas Regulamentadoras, que visam preservar a saúde e a integridade física do trabalhador.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 NR - 12

A NR 12 é uma das 36 Normas Regulamentadora do Ministério do Trabalho e Emprego, aprovadas pela Portaria 3.214 em 08 junho de 1978, tendo, portanto, força de lei e devido a isso, a sua observância deve ser obrigatória para todas as empresas e instituições regidas pela CLT – Consolidação das Leis Trabalhistas pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 01/05/43, e legislação complementares.

A NR-12 com escopo voltado para segurança do trabalho em Máquinas e Equipamentos estabelece medidas de segurança para os trabalhadores e processos produtivos. Essa norma regulamentou os Art. 184, 185 e 186 da CLT, que traz no seu texto as seguintes redações (CLT, 1943):

“**Art. 184** - As máquinas e os equipamentos deverão ser dotados de dispositivos de partida e parada e outros que se fizerem necessários para a prevenção de acidentes do trabalho, especialmente quanto a risco de acionamento acidental;”

“**Art. 185** - Os reparos, limpeza e ajustes somente poderão ser executados com as máquinas paradas, salvo se o movimento for indispensável à realização ao ajuste;”

“**Art. 186** - O Ministério do Trabalho estabelecerá normas adicionais sobre proteção e medidas de segurança na operação de máquinas e equipamentos, especialmente quanto à proteção das partes móveis, distância entre estas, vias de acesso às máquinas e equipamentos de grandes dimensões, emprego de ferramentas, sua adequação e medidas de proteção exigidas quando motorizadas ou elétricas”.

Esses Artigos da CLT enfocam que as máquinas e equipamentos devem ser dotados de dispositivos de acionamento, de partida ou de parada com a finalidade de proteção dos trabalhadores. A fim de atender à esses artigos da CLT, a NR 12 definiu as referências técnicas, os princípios fundamentais de segurança em máquinas e equipamentos, as medidas de proteção coletiva em máquinas e equipamentos para que possa preservar a integridade física das pessoas que exercem suas funções como operadores de máquinas e equipamentos. Sendo assim, os principais objetivos da NR-12 é a segurança do trabalhador, as melhorias das condições de trabalho em prensas e similares, injetoras, máquinas e equipamentos de uso geral, e demais anexos, máquinas e equipamentos intrinsecamente seguros, conceito de falha segura e máquinas e equipamentos à prova de burla (ABIMAQ, 2014).

A NR-12 criada em 1978, com o tempo foi se tornando inadequada trazendo poucas definições e medidas protetivas que não mais atendiam aos anseios dos trabalhadores que exercem as atividades atualmente com as máquinas e equipamentos que se apresentam hoje no parque fabril do país.

Em função da demanda atual, em 2010 surgiu a nova NR12, a qual foi alterada substancialmente e atualizada segundo as condições atuais. A alteração foi dada pela Portaria SIT -Secretaria de Inspeção do Trabalho nº 197 de 17/12/2010 e publicada no Diário Oficial da União - D.O.U em 24/12/2010 e estabelece prazos (1 a 5 anos e meio) para que os empreendimentos se adequem a essas modificações. A última atualização da NR-12 foi publicada pela Portaria nº 1.893 de 09 de dezembro de 2013, que alterou alguns capítulos do corpo da Norma Regulamentadora NR-12 e os Anexos III e XI (ABIMAQ, 2014)

A NR12 foi subdividida em duas partes, sendo uma parte geral, que compreende o texto propriamente dito e a outra parte que trata dos anexos. Sendo assim, a estrutura da NR-12 é composta pela parte principal do corpo da Norma com 19 Títulos, e os Anexos I, II, III, IV com informações complementares para atendimento do corpo e demais anexos e os Anexos V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII que são específicos para determinados tipos de máquinas.

Na sua concepção a abrangência da nova NR 12 compreende todas as atividades econômicas onde existam máquinas e equipamentos, sem prejuízo da observância do disposto nas demais Normas Regulamentadoras nacionais ou internacionais, sendo que os principais objetivos são: estabelecer uma nova geração de máquinas com conceitos de segurança desde o projeto, passando pelas fases de utilização até o descarte; adequação as normas das máquinas já existentes; redução das assimetrias regionais quanto a proteção dos trabalhadores; redução dos acidentes típicos e prevenção de doenças ocupacionais (NASCIMENTO, 2013).

2.2. DIRETRIZ DE MÁQUINAS

Ainda em relação às máquinas e equipamentos, a fim de auxiliar o cumprimento da NR-12, normas internacionais como, por exemplo, a Diretriz de Máquinas 2006/42/EC, em vigor desde 29/12/2009, devem ser observadas a fim de descrever as exigências uniformes à segurança e saúde na interação Homem-Máquina.

A Diretriz de Máquinas, norma constituída por diretrizes de máquinas de diversos países da Comunidade Européia, estabelece requisitos básicos tanto para o fabricante como para os usuários de máquinas em relação a segurança no trabalho. A Diretriz de Máquina são normas Européias, porém são reconhecidos em todos países (SIEMENS, 2009).

Segundo esta diretriz, é considerada máquina, entre outros, a totalidade de peças ou dispositivos interligados entre si, dos quais, no mínimo, um deles é móvel e está incluso em uma determinada aplicação e também a totalidade de máquinas ou instalações complexas (linhas de fabricação e máquinas especiais compostas por várias máquinas), os componentes de segurança dessas máquinas, bem como equipamentos intercambiáveis, com os quais pode-se alterar as funções básicas de uma máquina (Artigo 2 da Diretriz de Máquinas). Esta diretriz tem o sentido duplo de harmonizar a saúde e os requisitos de segurança aplicáveis às máquinas na base de alto nível de proteção de saúde e segurança, enquanto assegurado a circulação livre de máquinas no mercado da Comunidade Européia (FRASER, 2010).

Como princípio de integração da segurança, a Diretriz de Máquinas 2006/42/EC, implementa uma metodologia básica para segurança que deve ser aplicadas em todas as máquinas e determina que as máquinas devem ser concebidas segundo sua finalidade, sendo sua maior preocupação a segurança, considerando que o desempenho das máquinas é uma questão que segue os requisitos do mercado e que os utilizadores selecionam a máquina de acordo com as características de desempenho apropriadas às suas necessidades. No entanto, a capacidade de a máquina realizar as suas funções afeta a segurança, na medida em que um funcionamento inadequado pode provocar situações de perigo ou ser favorável à má utilização (FRAZER, 2009).

2.3. ANÁLISE DO PERIGO E APRECIÇÃO DE RISCOS

Após a reformulação da NR-12, a mesma passou a requerer, em seu conteúdo atualizado, a realização de procedimentos para adequação do parque de máquinas, durante todas as fases de projeto e utilização de máquinas e equipamentos, sejam eles de qualquer tipo.

Como princípio norteador de segurança, também a Diretriz de Máquinas estipula que as máquinas não devem representar risco, ou dado que não há risco zero na tecnologia, o objetivo é alcançar um risco residual aceitável e se a segurança é dependente dos sistemas de controle, esses devem ser projetados para que a probabilidade de erros

funcionais seja suficientemente baixa para não comprometer a segurança do trabalhador (FRASER, 2010).

Quando se constrói uma máquina, é necessário identificar todos os riscos possíveis a que os utilizadores estão expostos, de modo a torná-la segura na sua utilização. A identificação e classificação dos respectivos riscos permitem avaliar os perigos existentes e quais os tipos de ferimentos possíveis (INDUSMELEC, 2014).

A Diretriz de Máquinas 2006/42/EC estabelece que é preciso realizar uma análise ou avaliação de risco com toda a documentação técnica e declaração de incorporação, levando em conta todos os componentes da máquina (FAGUNDES, 2013).

O procedimento de avaliação de risco é descrito com os seus requisitos de saúde e segurança essenciais relacionados ao projeto e construção das máquinas, o qual pode ser encontrado no anexo I da diretriz de máquinas que diz:

O fabricante de máquina ou seu representante autorizado deve assegurar que a avaliação de risco é cumprida a fim de determinar os requisitos de saúde e segurança que são aplicados às máquinas. As máquinas devem ser projetadas e construídas levando em consideração os resultados da avaliação de risco.

Pelo processo iterativo de avaliação de risco e redução de risco, o fabricante ou seu representante autorizado deve:

- Determinar os limites das máquinas, os quais incluem o uso previsto e qualquer mau uso previsível;
- Identificar perigos que podem ser geradas pelas máquinas e situações associadas ao perigo;
- Estimar os riscos, levando em consideração a severidade de possíveis lesões e danos à saúde e a probabilidade de seu acontecimento;

Avaliar os riscos, visando determinar quando a redução de riscos é requerida, de acordo com o objetivo da Diretriz de Máquinas;

- Eliminar os perigos ou reduzir os riscos associados com os perigos por aplicação de medidas protetoras;

Por um modelo introduzido pela norma, é possível reduzir ou praticamente eliminar os riscos existentes através de um processo de análise que é efetuado por uma abordagem seguida durante a redução de risco conforme NBR 14152:

“1) Definir os limites da máquina;

2) Determinar todas as áreas perigosas;

3) *Identificar perigos de acordo com ABNT NBR ISO 12100 (norma que sustenta a NR-12)*

4) *Riscos estimados de acordo com ABNT NBR ISO 12100*

5) *Avaliação de riscos e se necessário, minimização de riscos com as seguintes medidas:*

- *Passo 1 – segurança inerente através de projetos e medidas construtivas*

- *Passo 2 – medidas técnicas protetoras*

- *Passo 3 – Medidas informativas*

6) *Documentação de resultados.”*

A análise de risco é determinada para cada máquina, na qual são determinados os limites das mesmas, identificados os perigos nela existente e estimando-se o risco. Após esta análise, realiza-se a avaliação do risco por meio de decisões críticas fundamentadas em métodos qualitativos e quantitativos, permitindo a avaliação de segurança das máquinas.

Quando ocorre da avaliação da máquina ser dada como não segura, é necessário realizar uma análise de redução de risco, na qual, sugerem-se dispositivos de segurança para reduzir os riscos encontrados. Após isso, realiza-se novamente a apreciação e verifica-se o risco residual. De acordo com a ABNT NBR 14009:1997 – Segurança de Máquinas, a Figura 1 ilustra como de forma esquemática o processo de redução de risco sob uma visão geral:

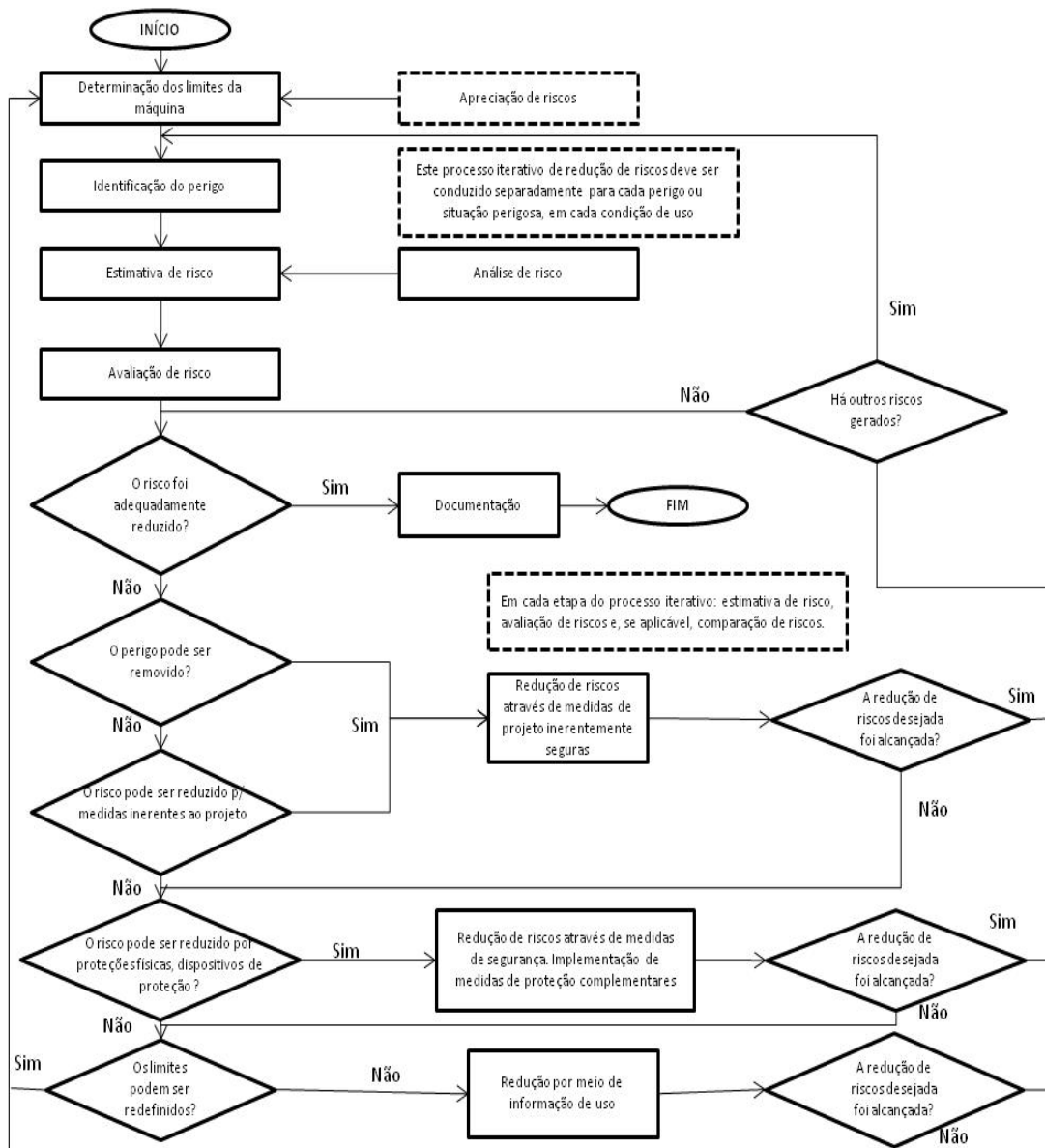


Figura 1- Representação esquemática da avaliação para redução de riscos.
Fonte: ABNT NBR 14009:1997 e adaptada por FAGUNDES, 2013.

Os métodos de avaliação de risco podem ser classificados em quantitativos e qualitativos e possuem como objetivo principal a promoção de elementos concretos que embasam um processo de decisão dos riscos existentes e de suas reduções. O método qualitativo é apropriado para avaliar situações simples, cujos riscos possam ser facilmente identificados pela observação, podendo-se logo adotar medidas preventivas por meio de boas práticas, especificações e normas. Possui algumas desvantagens devido ao fator humano, uma vez que algumas observações são condicionadas por percepções pessoais, o que pode conduzir a desvios, não contemplando todos os fatores de riscos. Por outro lado,

o método quantitativo tem por finalidade obter uma resposta numérica à estimativa de magnitude do risco, sendo particularmente útil nos casos de risco elevado ou de maior complexidade, além de poder ser utilizado para aprofundar o estudo para se justificar o custo ou dificuldade em aceitar determinadas ações preventivas. Algumas desvantagens deste método são o custo devido a sua complexidade, a dificuldade de avaliação do peso da contribuição da falha humana, a subjetividade dos erros de decisão e as falhas de comunicação (SILVA & SOUZA, 2011).

Ainda segundo Silva e Souza (2011), existem vários métodos utilizados para avaliação de riscos, porém todas as metodologias são baseados em normas específicas para esta finalidade, considerando que todas devem respeitar os princípios de minimização de riscos e avaliação dos mesmos em casos concretos, como mencionado na ABNT NBR ISO 12100.

2.4. EXEMPLOS DE PERIGOS ASSOCIADOS COM AS MÁQUINAS QUE DEVEM SER CONSIDERADOS NA AVALIAÇÃO DE RISCOS

Segundo a ABNT NBR 213-1, os perigos são um conjunto de fatores físicos que podem estar na origem de um ferimento causado pela ação mecânica de elementos de máquinas, de ferramentas, de peças ou de projeções de materiais sólidos ou fluídos.

A identificação de perigos para a avaliação de riscos é essencial para garantir a segurança dos trabalhadores e de todos os seus colaboradores. Esta identificação consiste na verificação dos perigos presentes numa dada situação de trabalho (durante a operação com máquinas e equipamentos) e suas possíveis conseqüências, em termos dos danos sofridos pelos trabalhadores expostos.

As Tabelas 1 a 6 mostram alguns dos perigos existentes para cada área sujeita a situações perigosas, que segundo a norma ABNT NBR ISO 12100, esses perigos especificados são situações causadoras de perigos e eventos de perigos que devem ser levados em consideração no momento da identificação de riscos e perigos existentes nas máquinas analisadas.

Tabela 1 - Exemplos de perigos, situações perigosas e eventos perigosos. Perigos mecânicos.
Fonte ABNT NBR ISO 12100.

EXEMPLOS DE PERIGOS, SITUAÇÕES PERIGOSAS E EVENTOS PERIGOSOS (ABNT NBR ISO 12100)	
PERIGOS MECÂNICOS	
ORIGEM	POTENCIAIS CONSEQUÊNCIAS
Aceleração, desaceleração; Cantos vivos; Aproximação de um elemento móvel a uma parte fixa; Corte de peças; Elementos elásticos; Queda de objetos; Gravidade; Altura a partir do solo; Alta pressão; Instabilidade; Energia cinética; Mobilidade da máquina; Elementos móveis; Elementos rotativos; Superfície.	Atropelamentos; Arremessos; Esmagamentos; Corte e mutilação; Segurar e prender; Enroscar Fricção e abrasão; Impacto; Injeção; Raspagem; Escorregamento, tropeço e queda; Perfuração; Sufocamento.

A Figura 2 mostra os principais perigos associados a riscos mecânicos, que ocorrem devido à utilização geral de máquinas.

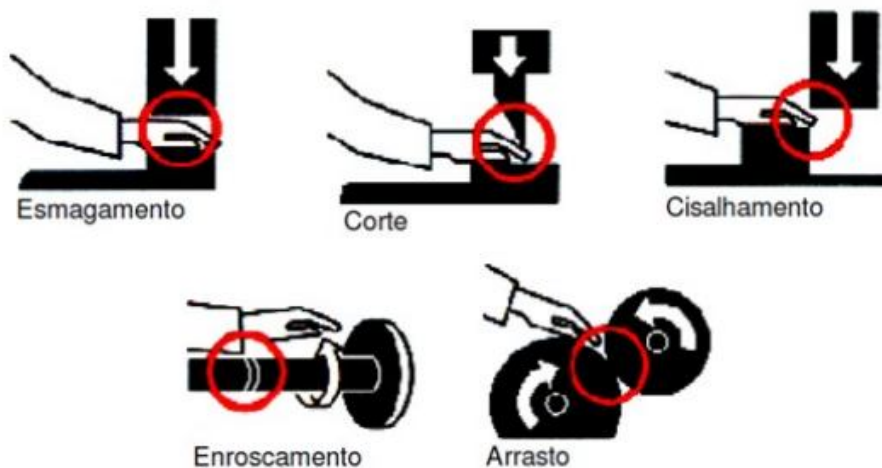


Figura 2 - Riscos mecânicos a que estão expostos os trabalhadores quando trabalham em máquinas e equipamentos. Fonte: MELO,2013.

Tabela 2 - Exemplos de perigos, situações perigosas e eventos perigosos. Perigos elétricos.
Fonte ABNT NBR ISO 12100.

EXEMPLOS DE PERIGOS, SITUAÇÕES PERIGOSAS E EVENTOS PERIGOSOS (ABNT NBR ISO 12100)	
PERIGOS ELÉTRICOS	
ORIGEM	POTENCIAIS CONSEQUÊNCIAS
Arcos; Fenômenos eletromagnéticos; Partes vivas; Baixa rigidez dielétrica; Partes vivas sob condições de falha; Curto-circuito; Radiação térmica	Queimaduras; Efeitos químicos; Efeitos em implantes médicos; Eletrocussão; Queda ou arremesso; Incêndio; Projeção de fagulhas; Choque.

A Figura 3 mostra alguns tipos de riscos que estão associados a perigos do tipo elétrico.

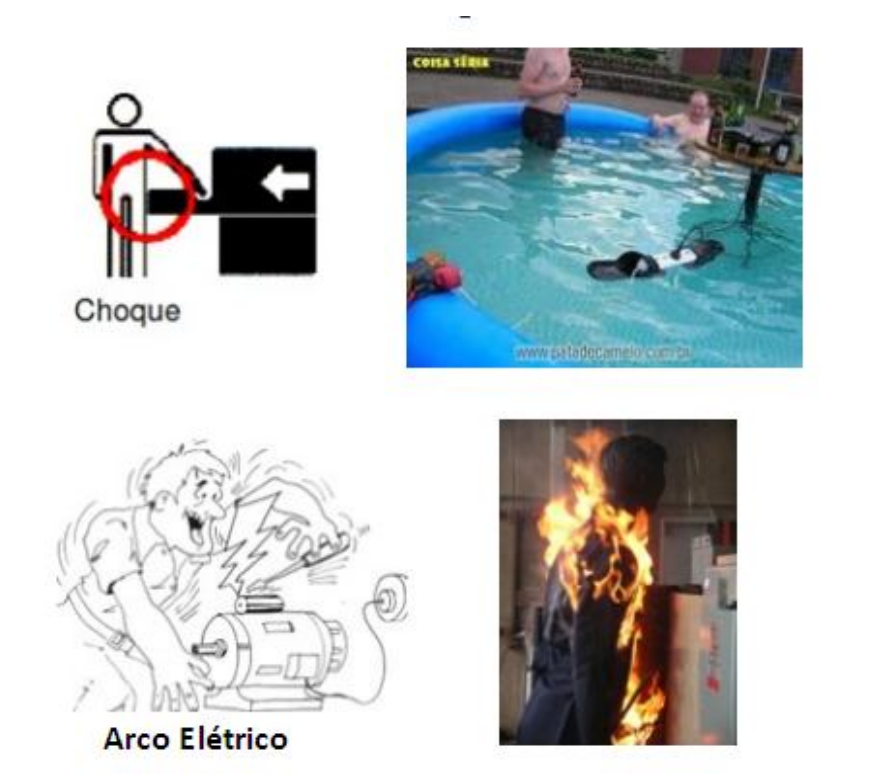


Figura 3- Riscos associados a perigos térmicos.
Fonte: MELO, 2013.

Tabela 3 - Exemplos de perigos, situações perigosas e eventos perigosos. Perigos térmicos.
Fonte ABNT NBR ISO 12100.

EXEMPLOS DE PERIGOS, SITUAÇÕES PERIGOSAS E EVENTOS PERIGOSOS (ABNT NBR ISO 12100)	
PERIGOS TÉRMICOS	
ORIGEM	POTENCIAIS CONSEQUÊNCIAS
Explosão; Incêndio; Objetos ou materiais com alta ou baixa temperatura; Radiação proveniente de fontes quentes;	Queimadura; Desidratação; Desconforto; Congelamento; Danos causados pela radiação de fontes quentes; Escaldo.

A Figura 4 mostra os riscos que estão expostos os trabalhadores que executam funções próximas a zonas de altas temperaturas.



a)



b)

Figura 4- Perigos associados a riscos térmicos. a) contato com superfícies em altas temperaturas e b) transferência de calor por radiação. Fonte: MELO, 2013.

Tabela 4 - Exemplos de perigos, situações perigosas e eventos perigosos. Perigos ligados a vibração.
Fonte ABNT NBR ISO 12100.

EXEMPLOS DE PERIGOS, SITUAÇÕES PERIGOSAS E EVENTOS PERIGOSOS (ABNT NBR ISO 12100)	
PERIGOS LIGADOS A VIBRAÇÃO	
ORIGEM	POTENCIAIS CONSEQUÊNCIAS
Fenômenos de cavitação; Desalinhamento de partes móveis; Equipamentos móveis; Superfícies em atrito; Peças rotativas desbalanceadas; Equipamentos que vibram; Peças desgastadas.	Desconforto; Morbidade lombar; Disfunções neurológicas; Disfunções osteoarticulares; Traumas na coluna; Disfunções vasculares.

Tabela 5 - Exemplos de perigos, situações perigosas e eventos perigosos. Perigos associados com o ambiente no qual a máquina é utilizada. Fonte ABNT NBR ISO 12100.

EXEMPLOS DE PERIGOS, SITUAÇÕES PERIGOSAS E EVENTOS PERIGOSOS (ABNT NBR ISO 12100)	
PERIGOS ASSOCIADOS COM O AMBIENTE NO QUAL A MÁQUINA É UTILIZADA	
ORIGEM	POTENCIAIS CONSEQUÊNCIAS
Poeira ou neblina; Perturbação eletromagnética; Descargas atmosféricas; Umidade; Poluição; Temperatura; Água; Vento; Falta de oxigênio	Queimaduras; Doenças brandas; Queda ou escorregamento; Asfixia; Qualquer outra consequência do efeito causador por fontes de perigos da máquina ou partes da mesma.

Tabela 6 - Exemplos de perigos, situações perigosas e eventos perigosos. Combinação de perigos. Fonte ABNT NBR ISO 12100.

EXEMPLOS DE PERIGOS, SITUAÇÕES PERIGOSAS E EVENTOS PERIGOSOS (ABNT NBR ISO 12100)	
COMBINAÇÕES DE PERIGOS	
ORIGEM	POTENCIAIS CONSEQUÊNCIAS
Por exemplo, atividades repetitivas + esforços + ambientes em alta temperatura	Por exemplo, desidratação, perda de consciência e ataque cardíaco.

2.5 AVALIAÇÃO DE RISCO E PROPOSTA DE REDUÇÃO DE RISCO

A NR-12, em sua concepção também apresenta conceitos fundamentais sobre Segurança em Máquinas, sendo a proteção um elemento fundamental utilizado para prover segurança através de barreiras físicas de proteção, conforme indica a NBR NM 213-1. As principais características das proteções estão indicadas no item 12.49 da NR-12:

- Cumprir suas funções durante a vida útil da máquina;
- Ser constituída de materiais resistentes – robustas;
- Fixação firme;
- Não criar pontos de esmagamentos ou agarramentos;
- Não possuir extremidades e arestas cortantes;
- Resistir às condições ambientais do local;
- Impedir que pudessem ser burladas;
- Proporcionar condições de higiene e limpeza;

- Impedir o acesso a zona de perigo;
- Permitir as intervenções necessárias;
- Não acarretar riscos adicionais.

Assim, diversas normas que sustentam a ABNT NBR ISO 12100, dão suporte para que os procedimentos de segurança sejam atendidos. A avaliação de riscos das máquinas e a determinação do nível de segurança integrado (SIL) necessário pode ser feito utilizando a EN 62061:2005 + Corr. 2:2008. Cada valor PFH determinado é convertido a um nível de performance (PL) de acordo com a EN 13849-1.

A norma EN 62061 especifica uma série de requisitos que inclui recomendações sobre projeto, integração e avaliação de sistemas de controle elétrico, eletrônico e eletrônico programável. É a primeira regra regulamentadora de toda a cadeia de segurança do sensor para o atuador. Para atingir um nível de segurança abrangente, como, por exemplo, SIL 3, é essencial mostrar que o sistema de segurança global atende a todos os requisitos de segurança especificado. No entanto, a norma não inclui qualquer capacidade de especificação de elementos de controle de segurança não elétrica, como por exemplo, hidráulica, pneumática ou eletromecânica.

A norma EN ISO 13849-1 "Segurança de máquinas" inclui todos os recursos de segurança de Equipamento e circuitos integrados e descreve componente em níveis de performance (PL) dos sistemas de controle seguros, arquiteturas consideradas e tempo de vida esperado. Ela inclui uma avaliação quantitativa das funções de segurança.

O Brasil adota a categoria de segurança B, 1,2,3 e 4 segundo NBR 14153.

2.6. ÁREA SUJEITAS A PERIGOS E RISCOS

De acordo com a ABNT NBR ISO 12100, uma estimativa de risco e avaliação pode ser realizada para cada perigo determinado, bem como as fases de vida de uma máquina também podem ser consideradas. Um procedimento de avaliação de diferentes perigos e riscos na máquina pode ser tomados pela norma EN 62061:2005 +corr.2:2008, na qual são utilizados parâmetros tais como severidade, frequência e duração de exposição, probabilidade de eventos perigosos, probabilidade de evitar ou limitar danos e classe de probabilidade de dano (SCHEMERSAL,2014).

Severidade (S): a severidade de ferimento ou dano à saúde pode ser estimada levando em consideração ferimentos reversíveis, ferimentos irreversíveis e morte. O valor apropriado de severidade pode ser escolhido com base nas conseqüências dos ferimentos, conforme mostra a tabela 7.

Tabela 7 - Descrição das severidades. Fonte: SCHEMERSAL, 2014.

SEVERIDADE	DESCRIÇÃO
4	Significa um ferimento fatal ou irreversível que seja muito difícil continuar o mesmo trabalho depois de curado, se curado;
3	Significa um ferimento grande ou irreversível de tal modo que possa ser possível continuar o mesmo trabalho depois de curado. Também pode ser incluído um ferimento grande e grave, porém reversível tal como membros quebrados;
2	Significa um ferimento reversível, incluindo laceração graves, apunhalada, e hematomas graves que requerem atenção médica;
1	Significa um ferimento pequeno incluindo arranhões e pequenos hematomas que requerem atenção por primeiros socorros.

Freqüência e Duração de Exposição (F): para se determinar o nível de exposição pode ser considerados aspectos relacionados a necessidade de acesso á zona de perigo com base em todos os modos de uso (instalação, *star-up*, operação normal e manutenção) e o acesso natural, por exemplo, alimentação de material manual e configurações iniciais. A tabela 8 mostra a média de freqüência e duração de exposição que podem ser considerados.

Tabela 8- Freqüência e duração da exposição (F). Fonte: SCHEMERSAL, 2014.

FREQUÊNCIA E DURAÇÃO DA EXPOSIÇÃO (F)	
FREQUÊNCIA DE EXPOSIÇÃO	DURAÇÃO > 10 MINUTOS
Até 1 por hora	5
Entre 1 por hora e 1 por dia	5
Entre 1 por dia e 1 a cada 2 semanas	4
Entre 1 a cada 2 semanas e 1 por ano	3
Maior que 1 por ano	2

Probabilidade de eventos perigosos (P): este parâmetro pode ser estimado considerando a previsão de comportamento de partes de componentes da maquina relevantes aos perigos em diferentes modos de uso, por exemplo, operação normal, manutenção, acúmulo de falhas e as características especificam ou previsíveis do comportamento humano com consideração à interação com as partes de componentes na

maquina relevantes ao perigo, sendo que isso pode ser caracterizado por: stress devido à limitação do tempo, tarefa de trabalho, limitação ou falta de informação relevante ao perigo. Isso é influenciado por fatores como habilidades, treinamento, experiência e complexidade da maquina/processo. As habilidades do usuário consideradas freqüentes são selecionadas para refletir restrições de produção normal e no pior caso em consideração.

Probabilidade de evitar ou limitar danos (A): este parâmetro pode ser estimado levando em consideração aspectos do projeto da maquina e sua aplicação pretendida a qual pode ajudar a evitar ou limitar o dano de um perigo. Estes aspectos incluem, por exemplo: Velocidade rápida, lenta ou repentina de aparência do evento perigoso;- possibilidade de retirada do perigo;

A natureza do componente ou sistema, por exemplo, uma faca, é normalmente afiada, um cano num determinado ambiente é quente, eletricidade é normalmente perigosa por sua natureza, mas não é visível e;

Possibilidade de reconhecimento de um perigo, por exemplo, perigo elétrico: uma barra de cobre não muda seu aspecto quando esta sob voltagem, para reconhecer o perigo necessita de um instrumento para saber se o fio esta energizada ou não.

Esses fatores de riscos se constituem os valores com bases nas normas, podendo ser avaliados de diferentes formas. Segundo a EN 62061:2005 +corr.2:2008, se determina o nível de seguridade integral requerido (SIL) e pela norma EN ISO 13849-1 o nível de Performance (PL). Assim, a **Classe de probabilidade de dano (C)** pode ser obtida por meio de gráficos, conforme mostra a Figura 5, onde a linha de Severidade (S) cruza a coluna Classe (C) e o ponto de intercepção indica qual Nível de Segurança Integrado (SIL) é requerido, atribuído como alvo para a Função de Controle Relativo à Segurança (SRCF).

Severidade (S)	Classe (C)				
	3-4	5-7	8-10	11-13	14-15
4	SIL 2	SIL 2	SIL 2	SIL 3	SIL 3
3		(OM)	SIL 1	SIL 2	SIL 3
2			(OM)	SIL 1	SIL 2
1				(OM)	SIL 1

Figura 5 - Determinação do SIL requerido. OM representa outras medidas adotadas. Fonte: SCHERMERSAL, 2014.

Para obter o valor de PFH (Probabilidade de falha perigosa por hora) pode-se utilizar a relação entre SIL e PL, conforme mostra a Figura 6.

Nível performance EN 13849-1	Média probabilidade de falha perigosa 1/hora (PFH)	Nível SIL EN 62061
a	$10^{-5} \leq \text{PFH} < 10^{-4}$	Nenhum
b	$3 \times 10^{-6} \leq \text{PFH} < 10^{-5}$	1
c	$10^{-6} \leq \text{PFH} < 3 \times 10^{-6}$	1
d	$10^{-7} \leq \text{PFH} < 10^{-6}$	2
e	$10^{-8} \leq \text{PFH} < 10^{-7}$	3

Figura 6- Comparação: nível de performance(PL) / integridade de segurança (SIL). Fonte: SCHEMERSAL, 2014.

Como a Brasil utiliza a norma ABNT NBR 14153 para a definição da categoria de risco, a avaliação do risco, de acordo com esta norma pode ser feita conforme mostra a Figura 7.

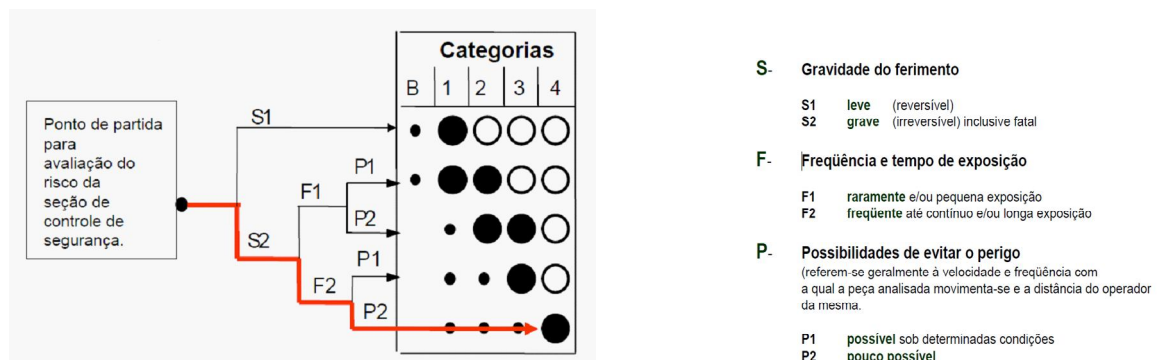


Figura 7 - Definição da categoria de Avaliação do Risco de acordo com EN 854-1. Fonte: ABNT NBR 14153.

As categorias de segurança são assim determinadas (OSTI, 2012):

Categoria B: ocorrência da falha de segurança pode levar a perda da função de segurança. As partes de sistemas de comando relacionadas à segurança, como mínimo, devem ser projetadas, construídas, selecionadas, montadas e combinadas, de acordo com as normas relevantes, usando os princípios básicos de segurança para a aplicação.

Categoria 1: ocorrência da falha pode levar a perda da função de segurança, mas a probabilidade é mais baixa do que a CAT B. As partes de sistemas de comando relacionados à segurança devem ser projetadas e construídas utilizando-se componentes bem ensaiados e princípios de segurança comprovados.

Categoria 2: A função de segurança será perdida por uma falha única, como um curto-circuito no fio de entrada. As partes de sistemas de comandos nesta categoria devem ser projetadas de tal forma que sejam verificados em intervalos adequados pelo sistema de comando da máquina.

Categoria 3: um acúmulo de falhas não detectadas, podem levar a perda da função de segurança. Partes relacionadas à segurança de sistemas de comando devem ser projetadas de tal forma que um defeito isolado, em qualquer dessas partes, não leva a perda das funções de segurança.

Categoria 4: um acúmulo de falhas não irá levar à perda da função de segurança. Função principal: redundância (dois contatos) e auto-teste (teste automático do equipamento – entradas/saídas; falha segura).

Segundo Osti (2012) nenhum risco é aceitável, porém é considerado um risco baixo a categoria 1, um risco é médio quando se encaixa na categoria 2 e um risco é alto, quando a está classificado na categoria 3 ou 4.

A categoria é a classificação das partes de um sistema de comando relacionadas à segurança, com respeito à sua resistência a defeito e seu subsequente comportamento na condição de defeito, que é alcançada pela combinação e interligação das partes e/ou por sua confiabilidade. Para a seleção do nível de performance PL, é necessária a aplicação de fórmulas matemática em função da probabilidade de falhas dos componentes de segurança selecionados pelo Safety Integrity Level - SIL, informado pelo fabricante do componente. Pode-se dizer que um determinado componente de segurança com característica SIL 3 atende aos requisitos da categoria 4 (SCHMERSAL, 2014).

A atual NR-12 coloca a responsabilidade nos fabricantes de máquinas, mas determina que o usuário seja responsável pela conformidade da máquina, sendo esta quem protege o usuário é de responsabilidade das empresas adequarem as máquinas e equipamentos para atenderem a norma e assim, proteger a integridade física e de saúde dos trabalhadores.

Levando em consideração os requisitos de segurança determinados pelas principais normas nacionais e internacionais, e principalmente pela obrigatoriedade que impõem a NR-12 para o ajuste do parque de máquinas de indústrias ativas no Brasil, com prazos estabelecidos, o presente trabalho avalia o parque de máquinas de uma empresa de aramados.

2.6. O PROCESSO PRODUTIVO

O estudo de caso foi elaborado em uma empresa que produz trespes e grades utilizando como matéria prima principal para fabricação das peças arame trefilado de aço tanto polido como artefato. As grades e trespes são formadas pela montagem de vários arames cortados dentro das medidas especificadas pelos desenhos dos clientes.

A fabricação das peças tem como processo principal as etapas de corte, de dobra e solda não prevalecendo esta ordem para todas as peças, no entanto, o processo produtivo completo está mostrado no fluxograma da Figura 8. Cada etapa possui maquinas e dispositivos específicos para a sua realização sendo a etapa de corte composta por maquinas de corte tipo policorte, podendo estas, realizar apenas o corte dos arames ou também estar aliadas a programas que realizam a dobra destes (maquina de tração pneumática). Nesta etapa as policortes são ajustadas para execução do corte do arame nas medidas requeridas.

A etapa de dobra é realizada preferencialmente por prensas excêntricas instaladas na empresa, mas há situações onde alguns componentes são dobrados manualmente ou por dispositivos eletro pneumáticos fabricados internamente.

Por fim a etapa de solda é realizada por maquinas de solda por indução e tem por função realizar a união dos elementos processados separadamente. Os arames cortados e dobrados são enviados para a mesa de montagem, onde são dispostos dentro das ranhuras dos gabaritos correspondentes ao modelo de grade ou trempe em produção. A máquina de solda é preparada previamente para realizar a solda deste modelo de grade ou trempe utilizando o eletrodo e as regulagens corretas. Os gabaritos montados com os arames são passados ao operador da máquina de solda que introduz o gabarito no eletrodo e aciona a máquina para realizar a solda.

Após esses processos as peças passam por um processo de rebarbação, classificação e tratamento superficial.

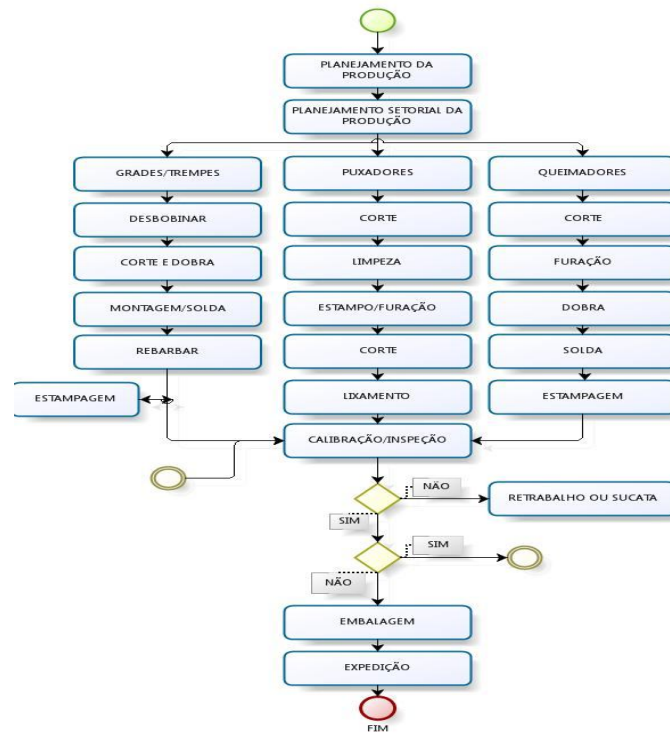


Figura 8 - Detalhamento do processo produtivo da indústria de aramados para o estudo de caso.
Fonte: O autor.

3 METODOLOGIA

Foram avaliadas as seguintes máquinas do setor Policorte. Máquina 1 identificada por POL006, máquina 2 identificada por POL005, máquina 3 identificada por MTP002.

A máquina policorte foi concebida para produção de varetas de arame endireitadas e cortadas direto da bobina. Utiliza endireitamento por sistema rotativo com castanhas, corte por cabeçote único acionado por sistema eletro pneumático. Possui apenas um eixo elétrico motriz que atende à máquina.

O processo de conformação de aramados possui entre outros equipamentos, máquinas de policorte, máquinas de tração pneumática para processo de dobra e ponteadadeiras para solda a ponto dos aramados. Na empresa analisada, existem no parque fabril 30 equipamentos que estão sujeitos a adequação a NR 12. Destas 30 máquinas, para o presente trabalho foram avaliados um total de 3, as quais são identificadas por máquinas policortes POL006, POL005 e máquina de tração pneumática MTP002.

A Figura 9 mostra de forma esquemática a metodologia utilizada para a avaliação de risco das máquinas na empresa, conforme norma EN ISO 12100.

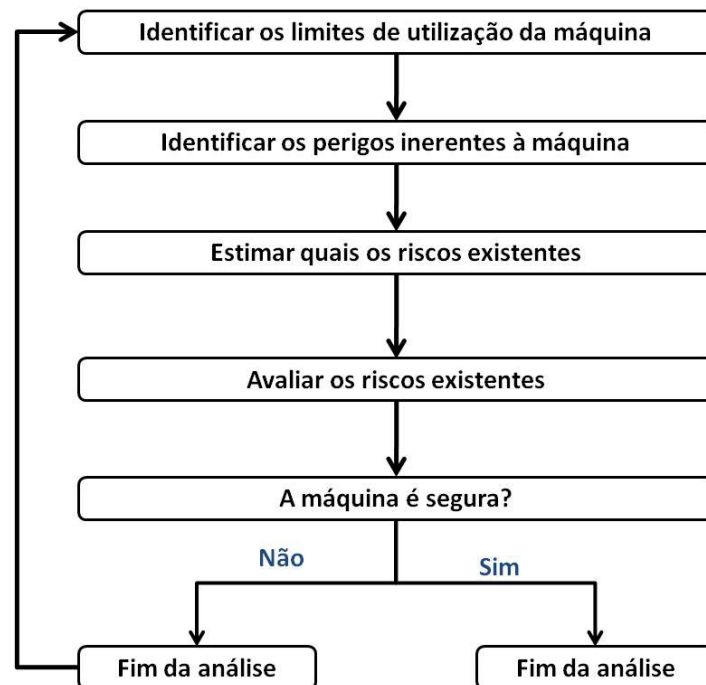


Figura 9 - Análise de avaliação de risco de máquinas.
Fonte: adaptada da norma EM ISO 12100.

Para a identificação dos limites e utilização das máquinas, foi inicialmente realizada uma visita a empresa para conhecer o *layout* do setor produtivo a fim de verificar o

posicionamento das máquinas e de que forma elas são operadas pelos trabalhadores do setor. Nesta etapa foi feito um levantamento sobre o modo de operação e uso em cada máquina, o nível de treinamento do operador, foram também verificados os cursos de movimentos da máquina e as pessoas que interagem (operador, manutenção, etc.) com a máquina bem como verificado a vida útil do equipamento e componentes e sua conexão com fontes de energia.

Após o estudo detalhado dos equipamentos e de seu processo operacional passou-se para a etapa de identificação dos perigos inerentes a máquina, levando-se em consideração cada parte da máquina e sendo considerados neste estudo os perigos previsíveis, situações perigosas e eventos perigosos que podem ocorrer durante o uso da máquina, conforme menciona a norma. A análise baseou-se em perigos mecânicos e elétricos. Nesta etapa procurou-se identificar (por meio de dados de acidentes já ocorridos), o comportamento intencional e não intencional do operador quando ocorre uma falha na máquina ou por desatenção, ou por situações ocasionais.

Na etapa seguinte, estimativa dos riscos existentes, foram considerados os elementos de riscos associados à gravidade do dano ou severidade (S), a frequência e duração de exposição (F), a probabilidade da ocorrência (P), a probabilidade de evitar o dano (A), classe de probabilidade do dano (C) e o valor SIL. Essas estimativas foram baseadas em observações feitas durante a operação das máquinas no processo produtivo da empresa.

Para a avaliação dos riscos existentes em cada máquina e suas partes, foram utilizados os valores tabelados da norma para cada item, SIL, PL e CAT e os dados já em números que foram estimados na etapa anterior.

Com os valores obtidos para cada análise de risco, dados estes obtidos na etapa anterior, foi possível detectar os perigos inerentes a cada uma das máquinas analisadas e a partir disto, propor as adequações necessárias a fim de atender a norma NR 12.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. AVALIAÇÃO DE RISCO QUANTO À DISPOSIÇÃO DAS MÁQUINAS

A empresa de aramados, foco de estudo do presente trabalho apresenta o *layout* do setor produtivo de policorte como mostra a Figura 10. Neste setor verificou-se que em relação ao atendimento da NR-12 quanto às instalações e arranjo físico:

A distância mínima entre as máquinas garante a segurança do trabalhador, porém não permite a movimentação do trabalhador em caso de manutenção, sendo necessário neste caso, aumentar esta distância atual de 0,80 m para ao menos 1,20m.

Os pisos e locais onde as máquinas estão instaladas ofereciam riscos provenientes de óleos e graxas, tornando-os escorregadios, caracterizando risco de acidentes. Em relação a este item, foi sugerido que fosse providenciada a limpeza dos pisos e manutenção das máquinas.

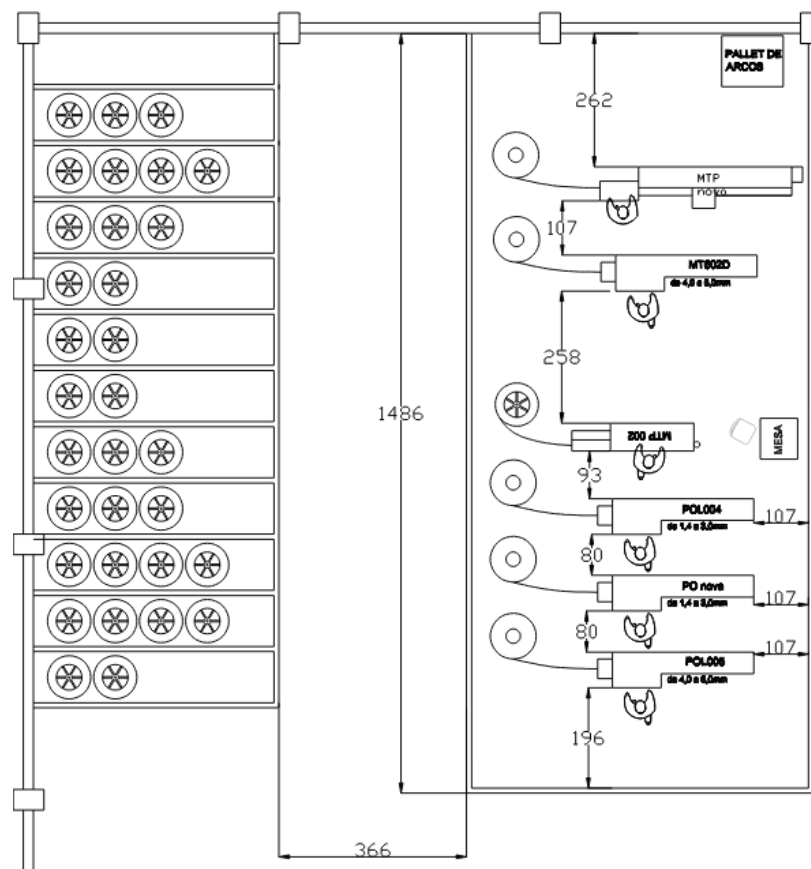


Figura 10 – *Layout* do setor produtivo de corte da empresa de aramados.
Fonte: O autor.

Observou-se também que as máquinas não atendem a norma quanto a sua instalação, pois não possui aterramento, o que pode causar risco de acidentes elétricos. O item 12.15 da NR12 destaca a obrigatoriedade do aterramento, conforme as normas técnicas oficiais vigentes, das instalações, carcaças, invólucros, blindagens ou partes condutoras das máquinas e equipamentos que não façam parte dos circuitos elétricos, mas que possam ficar sob tensão. O aterramento trata-se de uma das principais medidas de proteção coletiva contra os contatos acidentais em equipamentos e instalações. Aterrar no neutro é proibido, pois além de não conseguir um equipotencial, pode ocorrer retorno de eletricidade, podendo ocasionar choques elétricos, não garantindo a segurança dos equipamentos e instalações. Sistemas de sensores sensíveis instalados em máquinas e equipamentos começam a desestabilizar e/ou queimar devido a o aterramento no neutro.

Foi sugerida a empresa em estudo a adequação das suas máquinas ao item na norma.

4.2 AVALIAÇÃO DE RISCO

Da avaliação realizada nas máquinas policortes POL006, POL003 e MTP002, obtiveram-se os seguintes resultados:

4.2.1 Máquina POL006

A Figura 11 e tal mostram a imagem panorâmica e a identificação da máquina POL006 respectivamente.

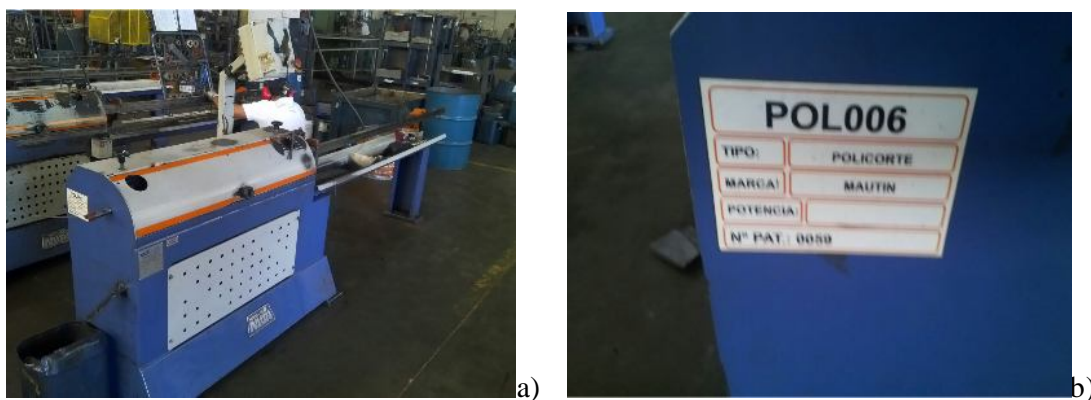


Figura 11- a) Ilustração panorâmica da máquina policorte e; b) Identificação da máquina Policorte.
Fonte: O autor

Em relação ao inventário da POL006, a Tabela 9 mostra as características de fabricação e de operação.

Tabela 9 – Inventário da máquina POO006.

Fonte: O autor

INVENTÁRIO DAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	
IDENTIFICAÇÃO	POL006
DESCRIÇÃO GERAL	
Tipo	alinhadora e corte
Potência	3,5 Cv
Fabricante	Mautin
Voltagem	220 a 380 V
Dimensões	4000x1000x500
Ano de fabricação	jan/03
CARACTERÍSTICAS	
Capacidade	2,4 a 4mm
Produtividade	3000 peças/hora
Tempo de operação por dia	20 horas
Operadores envolvidos	1 por turno

Observa-se pelo ano de sua fabricação que houve a necessidade de adequação da máquina à NR-12 para que atendesse a atualização da normativa, realizada após este ano. Os principais problemas detectados neste equipamento, em relação as partes da máquina foram:

- **Entrada de arame**

A Figura 12 mostra a identificação de perigos mecânicos na máquina POL006 e observou-se que a entrada de arame oferece formas elementares de perigos mecânicos, caracterizado pela possibilidade de arraste da mão e também risco de enroscamento de cabelos e vestimentas. Observa-se também que nesta configuração, permite a entrada prensada por arrastamento dos dedos, cortes ou perfuração.

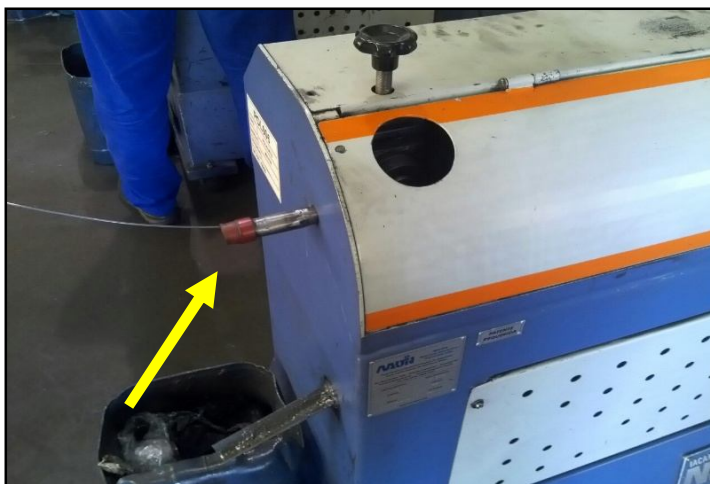


Figura 12 – Máquina POL006 – entrada de arame.

Fonte: O autor

Para esta situação de perigos a estimativa de riscos apresentou Severidade (S) 2, Frequência (F) 5, Possibilidade (P) 4, Evitar (A) 3, Classe (C) 12, onde o resultado da estimativa foi de SIL:1 PL:c Cat:2, concluindo que há necessidade de reduzir os riscos com medidas de proteção adequada. Em relação as medidas de proteção, sugere-se que a máquina seja adequada com proteção mecânica fixa por parafusos e que se reduza os pontos cortantes na entrada do arame.

- **Proteção mecânica móvel**

A Figura 13 mostra a proteção mecânica móvel, a qual tem a finalidade de promover segurança, por meio de barreira física, a qual impede o acesso à zona de perigo. Observa-se que a proteção mecânica móvel oferece formas elementares de perigos mecânicos, caracterizado pela possibilidade de impacto, perigo de esmagamento, corte ou danos severos devido ao risco de acesso a partes girantes.



Figura 13 - Proteção mecânica móvel da máquina POL006.

Fonte: O autor

Neste caso, a estimativa de riscos apresentou Severidade (S) 3, Frequência (F) 5, Possibilidade (P) 4, Evitar (A) 3, Classe (C) 12, resultando em um SIL:2 PL:d Cat:3. Para reduzir estes riscos, as adequações necessárias sugeridas são uma proteção mecânica móvel monitorada por chaves de segurança e interface de segurança.

- **Proteção do motor**

A Figura 14 evidências de perigos mecânicos relacionados a proteção do motor e percebe-se que em existe a possibilidade de enroscamento devido ao acesso a partes girantes, pois a proteção do motor não estava fixada, podendo ser retirada manualmente pelo operador sem a utilização de ferramentas.



Figura 14 - Proteção do motor da POL006.

Fonte: O autor

Os resultados apresentados para a estimativa de riscos foi Severidade (S) 3, Frequência (F) 5, Possibilidade (P) 4, Evitar (A) 3, Classe (C) 12, o qual resultou em um SIL:2 PL:d Cat:3. Para a redução do risco avaliado é necessário fixar por parafusos a proteção mecânica do motor à máquina e a ferramenta para a retirada não deve estar em posse da operação.

▪ **Painel de comando**

O painel de comando, cuja função é impedir o acesso de pessoas a partes energizadas e a tensão elétrica observou-se conforme a Figura 15, que este apresenta perigos elétricos eminentes com risco de contato de pessoas com partes que ficam energizadas por condições falhas (contato indireto) com partes energizadas e verificou-se também que o botão de emergência está inoperante.



Figura 15 - Painel de comando da POL006

Fonte: O autor

Neste caso, a estimativa de riscos apresentou Severidade (S) 3, Frequência (F) 5, Possibilidade (P) 4, Evitar (A) 3, Classe (C) 12, resultando em um SIL:2 PL:d Cat:3. Para reduzir estes riscos, as adequações necessárias sugeridas são a substituição do painel existente por painel que atendam a normativa, contendo acionamento do motor em redundância dos contadores, possuírem ainda botão de liga e botão de desliga, além de botão de emergência, botão de rearme e uma chave geral e demais comandos necessários para a operação da máquina. O painel deve ser bloqueado contra acesso de pessoa não habilitada e com sinalização de perigo de choque elétrico.

- **Monitoramento de corte**

No monitoramento de corte, observou-se conforme a Figura 16, que este apresenta perigos elétricos devido ao risco de instalação elétrica aparente permitindo o contato de pessoas com partes que ficam energizadas por condições falhas (contato indireto). E de perigos mecânicos de impacto ou perfuração na saída do arame.



Figura 16- Monitoramento do corte da POL006.

Fonte: O Autor

Os resultados apresentados para a estimativa de riscos foi Severidade (S) 3, Frequência (F) 5, Possibilidade (P) 4, Evitar (A) 3, Classe (C) 12, o qual resultou em um SIL:2 PL:d Cat:3. Para a redução do risco avaliado é necessário que toda instalação deva ser armazenada e distribuída em sistema de isolamento e não possuir contato exposto. Proteger a saída do arame com uma proteção mecânica móvel.

- **Sistema pneumático**

A parte da máquina representada pelo sistema pneumático está mostrada Na Figura 17 e evidenciou perigos elétricos com risco de contato de pessoas com partes que ficam energizadas por condições falhas (contato indireto) devido à instalação aparente.



Figura 17 - Sistema Pneumático da POL006.

Fonte: O autor

Neste caso, a estimativa de riscos apresentou Severidade (S) 3, Frequência (F) 5, Possibilidade (P) 4, Evitar (A) 3, Classe (C) 12, resultando em um SIL:2 PL:d Cat:3. A redução destes riscos pode ser conseguida por meio de medidas de proteção adequada para as instalações que apresentam fiação aparente e contatos expostos.

4.2.2 Máquina POL003

A Figura 18 mostra uma foto panorâmica da máquina policorte POL003 também situada no setor policorte.



Figura 18 - Foto panorâmica da POL003

Fonte: O autor

Esta máquina não possui placa de identificação trazendo informações como ano de fabricação, indicadores elétricos e informações pertinentes a máquina. Sendo, portanto necessária a adequação desta máquina no que diz respeito à identificação.

A Tabela 10 reporta os dados obtidos na realização do inventário das máquinas com descrição das características operacionais.

Tabela 10 – Inventário da máquina POL003.

Fonte: O autor

INVENTÁRIO DAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	
IDENTIFICAÇÃO	POL003
DESCRIÇÃO GERAL	
Tipo	alinhadora e corte
Potência	3,5 Cv
Fabricante	New Corte
Voltagem	220 a 380 V
Dimensões	4000x1000x500
Ano de fabricação	não identificado
CARACTERÍSTICAS	
Capacidade	3 a 4mm
Produtividade	3000 peças/hora
Tempo de operação por dia	14 horas
Operadores envolvidos	1 por turno

Os principais problemas evidenciados nesse equipamento foram:

- **Entrada de arame**



Figura 19 – Entrada de arame da máquina POL003.

Fonte: O autor.

Observa-se pela Figura 19 a evidencia de perigos mecânicos de esmagamento de dedos, corte ou danos severos, perigo de se prender devido ao risco de contato com pontos passíveis de esmagamento e partes girantes expostas.

A estimativa de riscos para esta parte da máquina foi Severidade (S) 3, Frequência (F) 5, Possibilidade (P) 4, Evitar (A) 3, Classe (C) 12, resultando em um SIL:2 PL:d

Cat:3. Para reduzir os riscos e adequar a máquina à normativa, sugere-se que seja colocada uma proteção mecânica móvel monitorada por chaves de segurança e interface de segurança para evitar contato com o risco.

- **Proteção mecânica móvel**

Os elementos de risco verificados na proteção mecânica móvel da máquina POL003 apresentaram perigos mecânicos de esmagamento, corte ou danos severos nos dedos e mãos, perigo de prender ou enroscar cabelos e vestimentas e perigo de impacto, conforme mostra a Figura 20 devido ao risco de acesso a partes girantes.



**Figura 20 – Proteção mecânica móvel da máquina POL003.
Fonte: O autor**

A apreciação de riscos apresentou Severidade (S) 3 Freqüência (F) 5, Possibilidade (P) 4, Evitar (A) 3 e Classe (C) 12 SIL:2 PL:d Cat:3 devendo portanto ser necessária a adequação com a colocação de uma proteção mecânica móvel monitorada por chaves de segurança e interface de segurança, evitando assim o contato do operador com o risco. Não se pode realizar qualquer tipo de burla nas proteções mecânicas de segurança de máquinas e equipamentos, podendo colocar em risco a integridade do trabalhador ou de terceiros. Neste caso, havendo a necessidade de monitorar a parte interna da máquina (a calandra), recomenda-se a utilização de uma proteção mecânica em acrílico.

- **Proteção mecânica fixa**



Figura 21 – Proteção mecânica fixa da máquina POL003.

Fonte: O autor.

A Figura 21 mostra a proteção mecânica fixa da máquina POL003 indicando perigos mecânicos de esmagamento e enroscamento dos dedos pelo risco de acesso a partes girantes porque os parafusos não estão fixando a tampa devidamente, sendo possível ao operador abri-la com facilidade sem o uso de ferramentas. Ocasionalmente ocasionando exposição ao risco.

Os valores obtidos para a estimativa de riscos foram Severidade (S) 3 Freqüência (F) 5, Possibilidade (P) 4, Evitar (A) 3 e Classe (C) 12 SIL:2 PL:d Cat:3, sendo necessário que se faça uma proteção mecânica fixada por parafusos que somente poderá ser aberta ou removida com o uso de ferramenta apropriada para retirada da fixação e esta não deve estar em posse da operação.

- **Painel de comando**



Figura 22 - Painel de comando da POL003.

Fonte: O autor.

Conforme se verifica na Figura 22 o painel de comando da POL003 apresenta-se em melhores condições que o painel da POL006, porém também se apresenta com perigos elétricos evidentes com risco de contato de pessoas a partes energizadas por condições falhas (contato indireto).

Para o painel de comando da POL003 os valores obtidos na apreciação de risco foram Severidade (S) 3 Freqüência (F) 5, Possibilidade (P) 4, Evitar (A) 3 e Classe (C) 12 SIL:2 PL:d Cat:3.

Neste caso as adequações necessárias para o painel é que o mesmo deve ser bloqueado contra acesso a parte interna por pessoa não habilitada.

- **Monitoramento de corte**

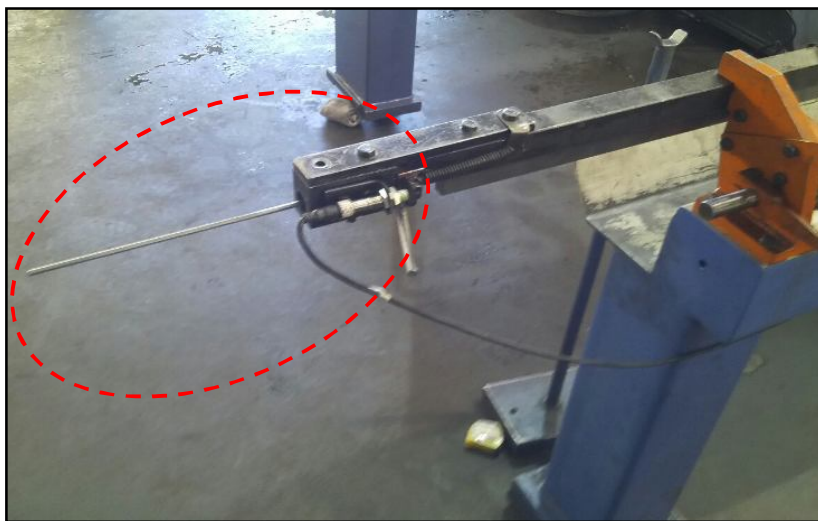


Figura 23 - Monitoramento de corte da maquina POL003.

Fonte: O autor.

Considerando a Figura 23 se verifica a ocorrência de perigos elétricos devido a cabos de instalação expostos oferecendo riscos de choque elétrico. Os condutores de eletricidade das maquinas e equipamentos devem possuir proteção contra a possibilidade de rompimento mecânico. Oferece ainda perigos mecânicos de impacto e perfuração na saída de arame.

A estimativa de risco para esta parte da maquina em estudo foi Severidade (S) 3 Freqüência (F) 5, Possibilidade (P) 4, Evitar (A) 3 e Classe (C) 12 SIL:2 PL:d Cat:3. Sendo, portanto necessária a adequação dos cabos e itens de instalação devem que devem estar fixados e os contatos expostos devem ser guarnecidos. Necessário efetuar uma proteção mecânica móvel na saída de arame.

- **Sistema pneumático**



Figura 24 - Sistema Pneumático da máquina POL003.
Fonte: O autor.

Verifica-se por meio da Figura 24 que existem cabos expostos oferecendo perigos elétricos de contato de pessoas com partes que ficam energizadas e perigo mecânico com potencial consequência de enroscamento e rompimento dos cabos.

Para a POL003 a estimativa de risco foi Severidade (S) 3 Freqüência (F) 5, Possibilidade (P) 4, Evitar (A) 3 e Classe (C) 12 SIL:2 PL:d Cat:3, sendo assim devem ser realizadas as adequações necessárias em relação as instalações as quais devem ser armazenadas e fixadas.

4.2.3 Máquina de Tração Pneumática MTP002

A máquina de tração pneumática MTP002, cuja função é corte e conformação de arame, a qual está mostrada na Figura 25, situa-se no setor de corte do processo produtivo da empresa e apresenta algumas não conformidades em desacordo a normativa NR-12.



a)



b)

Figura 25 - a) Imagem panorâmica e b) Placa de identificação da máquina MTP002.
Fonte: O autor.

Na Tabela 11 foi reportado os dados para o inventário da máquina de tração pneumática MTO002, fornecendo dados pertinentes a fabricação e dados de operação.

Tabela 11 – Inventário da máquina de tração pneumática MTO002.

Fonte: O autor.

INVENTÁRIO DAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	
IDENTIFICAÇÃO	MTP002
DESCRIÇÃO GERAL	
Tipo	corte e dobra
Potência	1 Cv
Fabricante	Mautin
Voltagem	220 a 380 V
Dimensões (mm)	2500x1600x600
Ano de fabricação	jun/05
CARACTERÍSTICAS	
Capacidade	3,5 a 4,7mm
Produtividade	550 peças por hora
Tempo de operação por dia	14 horas
Operadores envolvidos	1 por turno

As não conformidades verificadas na MTP002 foram:

- **Parte de entrada de arame**

As partes acessíveis das máquinas não devem possuir partes girantes expostas capazes de causar danos ao trabalhador ou apresentar perigo de enroscamento de parte do corpo e vestimentas; Como mostra a Figura 26 a entrada de arame da máquina MTP002 apresenta perigo mecânicos com risco de esmagamento de dedos. Evidencia também que a máquina não está operando em condições que ofereçam segurança ao trabalhador e ao processo. Segundo item da norma, sempre que detectado qualquer defeito em peça ou componente que comprometa a segurança, deve ser providenciada a sua reparação ou substituição de modo a garantir as mesmas condições originais.



Figura 26 - Entrada da máquina MTP002.

Fonte: O autor.

Para a estimativa de riscos, os valores foram: Severidade (S) 3 Freqüência (F) 5, Possibilidade (P) 4, Evitar (A) 3 e Classe (C) 12 SIL:2 PL:d Cat:3, havendo portanto a necessidade de adequação di sistema de entrada de arame para reduzir o risco. Sugere-se uma guia de proteção e que as peças sejam substituídas.

- **Proteção móvel calandra de corte e conformação**

As calandras oferecem perigos de enroscamento, esmagamento de dedos, perigo de prender cabelos e vestimentas por arraste. Esse mecanismo composto por partes girantes deve estar protegido para o acesso de pessoas. Verifica-se pela Figura 27 que a proteção da calandra não atende a norma, possibilitando o acesso fácil do operador a calandra.

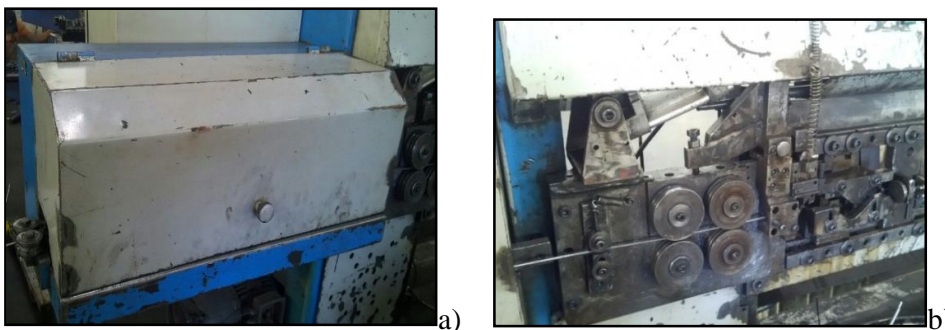


Figura 27 - a) Proteção móvel da calandra da máquina MTP002 e b) Calandra de corte e conformação da máquina MTP002.

Fonte: O autor.

Baseado nos resultados da estimativa de riscos, onde Severidade (S) 3 Freqüência (F) 5, Possibilidade (P) 4, Evitar (A) 3 e Classe (C) 12 SIL:2 PL:d Cat:3 é necessária a adequação para redução do risco através de proteção móvel monitorada por chaves de segurança e interface de segurança.

- **Painel de comando e painel geral**

Os quadros de energia, além de atenderem as normas quanto aos aspectos de fabricação, proteções e identificação dos circuitos, sinalizações, devem ser mantidos limpos, livres de objetos e ferramentas e permanentemente fechados, impossibilitando assim o acesso. Como se pode evidenciar na Figura 28 o painel de comando e o painel geral não atendem a normativa evidenciando assim perigo elétrico com risco de acesso a pontos energizados. Conforme os resultados de estimativa de risco Severidade (S) 3, Freqüência (F) 5, Evitar (A) 3 Classe (C) 12 SIL:2 PL:d Cat:3, há necessidade de realizar uma adequação do painel de comando e painel geral da maquina quanto ao acesso, sendo estes bloqueados para o acesso de pessoas não habilitadas.

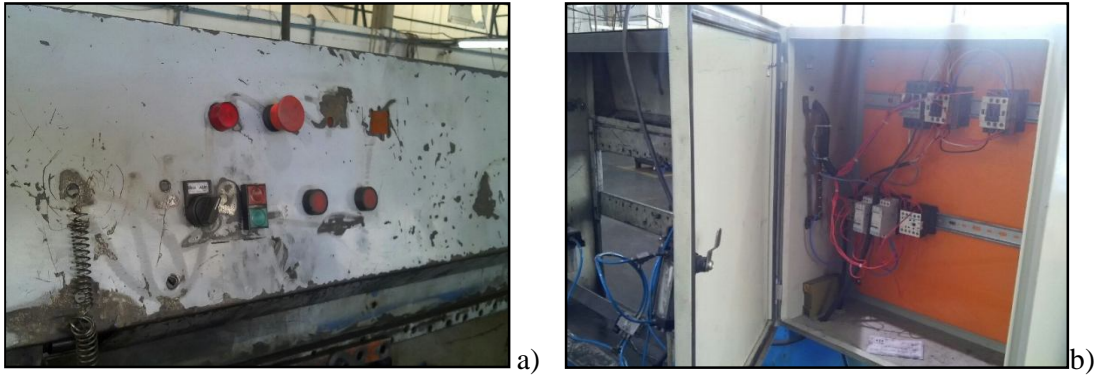


Figura 28 - a) painel de comando da maquina MTP002 e b) painel geral da maquina MTP002.

Fonte: O autor

▪ Parte posterior

Como está evidenciada na Figura 29 a parte posterior da maquina MTP002 apresenta perigos mecânicos com risco de acesso a partes girantes além de fiação e cabos aparentes possibilitando a ocorrência de acidentes por enroscamento ou que algum dos cabos seja rompido interrompendo a operação podendo ocasionar danos ao operador.



Figura 29 - Parte posterior da máquina MTP002.

Fonte: O autor

Em base aos resultados da estimativa de risco para este caso, onde os valores foram: Severidade (S)-3, Frequência(F)-5, Possibilidade (P)- 4, Evitar (A)- 3, Classe (C) 12, SIL:2 PL:d Cat:3 são necessárias adequações para reduzir o risco. Sendo sugerida para tal propósito uma proteção fixa por parafusos e que a ferramenta para abertura da proteção não esteja em posse da operação.

- **Motor**



**Figura 30 - Motor da maquina MTP002.
Fonte: O autor**

Conforme mostra a Figura 30 o motor da maquina MTP002 oferece perigo elétrico de contato de pessoas com partes que ficam energizadas por condições falhas com Severidade (S) 3, Frequência (F) 5, Possibilidade (P) 4, Evitar (A), Classe (C) 12 e SIL:2 PL:d Cat:3.

Sendo assim, a caixa de motor deve ser fechada e os cabos devem ser isolados e fixados na estrutura.

5 CONCLUSÃO

Durante a realização deste trabalho, foi possível fazer o breve acompanhamento da atividade fabril da empresa de manufatura de aramados estudada, de forma a realizar a identificação de perigos e avaliação dos riscos associados, em duas policortes e uma máquina de tração pneumática, do setor de policorte.

Através da aplicação do método de avaliação de riscos e da observação direta, identificaram-se alguns perigos, que os colaboradores estão expostos, nos seus locais de trabalho.

Após a avaliação dos riscos e a sua classificação conforme o grau de risco enquadrado segundo norma foi definido as medidas regulativas necessárias de forma a eliminar, ou pelo menos reduzir, as situações de risco existentes.

As medidas de redução de riscos que foram sugeridas à organização são:

Adequação, de todas as máquinas analisadas, quanto aos perigos mecânicos de acesso a partes girantes, enroscamentos e de impactos em zona de saída de arame. Estas zonas de perigo devem possuir proteções fixas ou móveis que impeçam o acesso dos trabalhadores ou de pessoas não autorizadas.

As máquinas devem atender a NR-10, com relação à contenção dos riscos de choque elétrico, por falta de aterramento ou de avaria nos quadros de energia ou fiação. Sendo indicado que as máquinas possuam portas de acesso aos quadros elétricos com dispositivos que permitam mantê-las sempre fechadas. Também é necessário que possuam proteção e identificação dos circuitos. A identificação e sinalização do risco de choque e restrição de acesso devem estar presentes, bem como a recomendação de bloqueio para pessoas não autorizadas.

Da análise efetuada e tendo em conta as medidas propostas, conclui-se que estas são de fácil e rápida implementação, sem a necessidade de um grande investimento por parte da empresa, mesmo em relação aos riscos de maior grau.

Além das medidas associadas aos riscos identificados e perigos quantificados, devem também ser efetuadas medições de ruído e aferição da exposição a fontes térmicas, bem como a análise do enquadramento do anexo 3 da NR-15, no que tange ao esforço e sofrimento por trabalhar em condições e temperaturas acima das previstas na norma.

Para garantir a segurança contínua de todos os colaboradores é necessário que seja efetuado o levantamento de perigos e a avaliação dos riscos periodicamente, controlando

os riscos que não são eliminados e analisando novas situações que podem surgir das novas práticas e/ou alterações introduzidas na empresa.

A partir das informações coletadas, dos enquadramentos resultantes pode-se ainda sugerir a empresa que, estão presentes:

- A falta de capacitação de muitos operadores de máquinas e equipamentos, operando máquinas ultrapassadas e inseguras, associados à exposição a outros fatores de risco laborais, reflete negligências e omissões da empresa quanto à prevenção e preservação da saúde do trabalhador.

- A inadequação das máquinas, equipamentos e processos frente a atualização da NR-12, em 2010, tornou evidente o não cumprimento das exigências relacionadas a segurança de máquinas e equipamentos, alterando o ciclo de vida útil, com a redução de investimentos e aceleração do sucateamento.

É fundamental ampliar a compreensão dos problemas provocados pela utilização de máquinas obsoletas que não oferecem segurança, para que possa minimizar ou erradicar problemas associados à incidência de acidentes do trabalho, tendo em vista que a grande maioria dos acidentes do trabalho podem ser perfeitamente prevenidos, evitados ou eliminados.

A avaliação de risco é fundamental para identificar e corrigir problemas relacionados com a segurança em máquinas e equipamentos e a correta instalação de dispositivos mecânicos pode-se chegar a uma solução de segurança em conformidade com os requisitos exigidos pela NR-12.

As estatísticas comprovam que a maioria dos acidentes de trabalho tem como causa principal as atitudes imprudentes e os atos inseguros, portanto devem-se evitar situações de improviso e gambiarras, que resultam em acidentes, paralisando o processo produtivo e gerando custos mais elevados do que os investimentos necessários para a regularização preventiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMAQ - Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos. **Manual de instruções da norma regulamentadora NR-12, 2014**. Disponível em <http://www.abimaq.org.br/comunicacoes/deci/Manual-de-Instrucoes-da-NR-12.pdf>. Acesso em setembro de 2014.

CLT – Consolidação das Leis do Trabalho. Decreto Lei nº 5 452 de Mario de 1943.

FAGUNDES, V. **Projeto adequação NR 12**, 2013.

FRASER, I. **Guia de aplicação da diretiva máquinas 2006/42/CE**. Comissão européia empresas e indústria. 2º edição, 2010.

INDUSMELEC. **Segurança homem – máquina. Guia de segurança, 2014**. Disponível em <http://www.indusmelec.pt/newsletter/10/Seguranca_Homem-Maquina.pdf >. Acesso em junho de 2014.

MELO, M.P. **O setor de cultivo de algodão e a aplicação da NR-12**. Disponível em <http://slideplayer.com.br/slide/338877/>. Acesso em setembro de 2014.

NASCIMENTO, L.,A. **NR12. 4º seminário de trefilação**, 2013. Disponível em http://www.abmbrasil.com.br/cim/download/Palestra_NR12_Trefilacao_2013_Leonardo_Nascimento.pdf. Acesso em setembro de 2014.

OSTI – **Provedor de solução total, 2012**. Disponível em <http://www.pidindustrial.com.br/2010/modulos/arquivos/produto/anexo/278.pdf>. Acesso em setembro de 2014.

SCHMERSAL. **Projeto Adequação NR12**, 2014.

SIEMENS. **La directive Europea sobre Máquinas puesta em prácticva**. Safety Integrated: answers for industry, 2009.

SILVA, I. B. R.; SOUZA, B. S. **Proteção de Máquinas: A Melhor Alternativa**. Revista Proteção, Novo Hamburgo, n. 239, p. 76-81, nov. 2011.